

УДК 635.652:581.14:631.526.3(292.485)(1-15)

Сівак Н. В.

аспірантка IV курсу,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Кам'янець Подільський, Україна

E-mail: natashathcbrij@gmail.com

ORCID: 0000-0001-6316-561X

Бахмат М. І.

доктор сільськогосподарських наук, професор,

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

Кам'янець Подільський, Україна

E-mail: mibahmat@gmail.com

ORCID: 0000-0001-6119-9218

ОСОБЛИВОСТІ РОСТУ Й РОЗВИТКУ РОСЛИН ТА СОРТОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗЕРНА КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ ЗАХІДНОГО

Анотація

За світовими площами квасоля посідає друге місце серед зернобобових культур, проте в Україні вони незначні і переважно зосереджені в приватному секторі. Однією з головних причин цього є відсутність сучасних кущових сортів, адаптованих до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов, які характеризуються нестабільною врожайністю та недостатньою технологічністю щодо механізованого збирання врожаю [4].

У вирішенні проблеми створення конкурентоспроможних сортів важливу роль відіграє детально вивчений і адаптований до конкретних умов регіону вихідний матеріал [5].

Квасоля сьогодні є однією з найприбутковіших зернобобових сільськогосподарських культур. Ріст і розвиток рослин квасолі прямо залежить від умов навколишнього середовища, основними складовими якого є температура повітря і ґрунту, освітленість, вологість та мінеральне живлення [7].

Врожайність квасолі залежить від інокуляції насіння даної рослини, різних добрив, сортів, міжрядь та способів сівби. Зокрема, тривалість періоду сівби – повна стиглість у рослин сорту квасолі Ластівка, інокульованих різними штамами *Rhizobium phaseoli* в середньому за період дослідження 2021–2022 рр., відрізнялась на 1–2 доби.

До останнього часу в наших умовах у зв'язку з відсутністю наукових досліджень недостатньо вивченою залишається технологія вирощування квасолі звичайної відповідно до даних ґрунтово-кліматичних умов, її вплив на зернову продуктивність та якісні показники зерна квасолі. Нині не з'ясована економічна та біоенергетична ефективність технології вирощування квасолі звичайної на зерно в умовах Лісостепу західного.

У зв'язку з цим підвищення зернової продуктивності сортів квасолі вітчизняної селекції шляхом встановлення особливостей росту і розвитку та оптимізації елементів технології вирощування (удобрення, інокуляція) залежно від сортових особливостей та погодних умов вегетаційного періоду є актуальним завданням.

Ключові слова: інокуляція, бульбочки, удобрення, сорти, міжряддя.

Вступ. Система обробітку ґрунту під квасолю суттєво не відрізняється від обробітку під інші зернобобові культури. Якщо попередник квасолі – пізні просапні культури, то аграрії обмежуються лише глибокою зяблевою оранкою [2].

Ми вивчали у досліді певні сорти квасолі. Сорт кущової квасолі *Мавка* – зерновий сторт, розроблений для вирощування в регіонах з нестабільною кількістю опадів, легко переносить короткочасну посуху [5].

Сорт кущової квасолі *Еурека* – справжня знахідка польських селекціонерів, звідси й назва – Eureka, тобто Еврика. Кущова квасоля дає плоди, які можна використовувати в стадії молочної стиглості як спаржеву квасолю, а при дозріванні насіння лущити стручки на зерно [6].

Сорт кущової квасолі *Ластівка* – один з кращих лущильних сортів. Рослина низькоросла, міцна, раннього строку дозрівання. Рослина посухостійка, позитивно реагує на поливи та підживлення фосфорно-калійними добривами [5; 6].

Для сівби в досліді використовували добірне, висококондиційне насіння.

Квасолю висівали, коли минула загроза весняних заморозків, а ґрунт на глибині до 10 см прогрівся до 14–16 °С. У нашій зоні умови для сівби складаються в першій-другій декадах травня. Щоб подовжити період використання, квасолю висівали у декілька строків з інтервалом 10–12 днів.

У польових дослідах вивчали додатково такі фактори та їх варіанти: Фактор А – глибина оранки – 20–22 см, 28–30 см. Фактор В – фон живлення, кг/га діючої речовини та без добрив; $N_{45}P_{45}$; $N_{90}P_{90}$; Фактор С – ширина міжряддя – 15 см, 30 см, 45 см.

Польові досліди було закладено в чотириразовій повторності. Температуру і відносну вологість повітря фіксували за спостереженнями метеостанції в смт. Нова Ушиця.

Мета роботи. Основним завданням наших досліджень було вивчення кущових сортів квасолі звичайної, впливу удобрення, інокуляції, різних міжрядь, способів сівби та їх впливу на структуру врожаю квасолі звичайної та її продуктивність.

Виклад основного матеріалу. Суттєвий вплив на ріст і розвиток рослин квасолі в наших умовах мали основні чинники, що були визначені для дослідження, – сортові особливості квасолі, а також гідротермічні умови вегетаційних років. Найдовший період вегетації сортів квасолі відмічено у найбільш наближеному за показниками до типових погодно-кліматичних умов та сприятливому для росту і розвитку рослин квасолі 2021 р. Достатня кількість опадів у травні, червні та липні (відповідно 92 мм, 109,2 та 85 мм) спричинила подовження фази цвітіння, інтенсивніше наростання вегетативної маси і збільшення висоти рослин. У найсухішому за роки досліджень 2022 р. вегетація досліджуваних сортів була найкоротшою і становила залежно від чинників, поставлених на вивчення, 73–81 добу у сорту Ластівка, 83–95 та 85–96 діб у сортів Мавка та Еурека відповідно. Міжфазні періоди в онтогенезі рослин квасолі тривали на 4–12 діб менше. Досліджувані сорти квасолі відносяться до середньостиглої групи, проте різниця в настанні фаз росту залежно від досліджуваних чинників складала до 13 діб. Сорт Ластівка досягав раніше за інші, і період вегетації в нього був на 8–13 діб коротший.

Залежно від удобрення та інокуляції насіння Ризобіфітом вегетаційний період середньостиглих сортів квасолі варіював у сортів Ластівка, Мавка та Еурека від 79 до 102 діб. За вирощування із застосуванням інокуляції насіння та внесенням добрив в нормі $N_{60}P_{40}K_{20}$ включно вегетація сортів квасолі подовжувалася на 3–5 діб. За внесення мінеральних добрив у нормі $N_{90}P_{60}K_{30}$ період вегетації був майже однаковим, як із застосуванням інокуляції Ризобіфітом, так і без нього. За внесення добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$ та без інокуляції насіння Ризобіфітом вегетаційний період сортів квасолі подовжувався на 13–15 діб.

У міру проходження фаз росту і розвитку рослин квасолі площа їх листової поверхні збільшувалася і досягла свого максимуму у фазу цвітіння – 30,1–41,8 тис.м²/га у сорту Ластівка, 31,7–45,1 та 32,3–46,6 тис. м²/га у сортів Мавка та Еурека відповідно. У фазі наливу бобів спостерігали відмирання листків нижнього ярусу, що призводило до деякого зменшення площі листового апарату рослин.

Площа листової поверхні посівів квасолі зростала за збільшенням норми добрив до $N_{120}P_{80}K_{40}$ без інокуляції. Максимальні показники площі листової поверхні рослин забезпечило внесення $N_{60}P_{40}K_{20}$ у поєднанні з передпосівною інокуляцією насіння Ризобіфітом – 41,8 тис.м²/га у сорту Ластівка, 45,1 та 46,6 тис.м²/га у сортів Мавка та Еурека. Із внесенням високих норм мінеральних добрив $N_{90}P_{60}K_{30}$ та $N_{120}P_{80}K_{40}$ вплив інокуляції на формування площі листового апарату посівів квасолі зменшувався.

Максимальний показник фотосинтетичного потенціалу посівів квасолі припадав на період кінця цвітіння – наливу бобів. У сорту Ластівка він досягав 1,14 млн м²*діб/га за внесення мінеральних добрив у нормі $N_{120}P_{80}K_{40}$ та інокуляції насіння Ризобіфітом, у сорту Мавка – 1,21 ($N_{120}P_{80}K_{40}$) та 1,22 млн м²*діб/га ($N_{60}P_{40}K_{20}$ + інокуляція), у сорту Еурека – 1,23 ($N_{120}P_{80}K_{40}$) та 1,24 млн м²*діб/га ($N_{60}P_{40}K_{20}$ + інокуляція). Застосування цих агротехнічних заходів забезпечило максимальні показники фотосинтетичного потенціалу посівів квасолі за рахунок формування найвищих показників площі листової поверхні в результаті достатнього забезпечення рослин елементами живлення за рахунок мінеральних добрив та активізації фізіологічних процесів у рослинах внаслідок інокуляції насіння. Збільшення норм добрив до $N_{90}P_{60}K_{30}$ та $N_{120}P_{80}K_{40}$ майже зрівняло показник фотосинтетичного потенціалу як без інокуляції, так і з її проведенням, оскільки через пригнічення нітрогеназної активності бульбочкових бактерій високими нормами азотних добрив живлення рослин мало виключно мінеральну форму.

Схема досліду з вивчення впливу різних способів сівби та мінерального удобрення на продуктивність квасолі сорту Мавка включала такі варіанти: чинник А – норма мінеральних добрив: 1) контроль без добрив; 2) $N_{30}P_{60}K_{60}$; 3) $N_{30}P_{60}K_{60}$; чинник В – спосіб сівби: 1) рядковий звичайний (15 см); 2) рядковий звичайний (30 см); 3) широкорядний (45 см).

Результати дослідження показали, що сорт квасолі Мавка за адаптацією до регіональних умов дає високий урожай за рахунок оптимального поєднання агротехнічних заходів вирощування. Вирощування квасолі звичайної на варіантах досліду без внесення мінеральних добрив забезпечило формування мінімальної кількості бобів на рослині. Підвищення дози внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню кількості бобів. Максимальна кількість бобів формувалася за внесення $N_{30}P_{60}K_{60}$ – 13,6 шт/росл. Спосіб сівби квасолі звичайної вплинув на кількість бобів на рослині. Менш сприятливі умови для формування бобів були за вирощування культури з шириною міжряддя 15 см, що склало в середньому по досліду, 9,5 шт/росл. Зменшення ширини міжряддя призвело до зміни площі живлення та зменшення кількості рослин в рядку. Так, за ширини міжряддя 30 см кількість бобів збільшилася до 10,3 шт/росл. Максимальна кількість бобів формувалася при сівбі широкорядним способом з міжряддям 45 см, що склало в середньому 12 шт/росл.

Значний вплив на величину врожаю зерна квасолі звичайної з досліджуваних елементів технології вирощування мала ширина міжряддя. Найбільша продуктивність рослин квасолі звичайної була за ширини міжряддя 45 см. Починаючи з ширини міжряддя 15–30 до 45 см урожайність культури зростала в середньому від 1,5–2,1 до 3,3 т/га. Збільшення відстані між рядками та одночасне зменшення відстані між рослинами в рядку призвело до конкуренції їх за основні фактори життя. Приріст урожайності зерна квасолі звичайної за ширини міжряддя 30 см порівняно зі звичайним рядковим способом сівби в середньому становив 0,5 т/га. За ширини міжряддя 45 см приріст урожайності зерна сортів культури збільшився порівняно з шириною 15 см до 1,1–1,6 т/га.

Формування продуктивності сортів квасолі залежало також від удобрення та інокуляції насіння. Дослід трифакторний (табл. 1): чинник А – районовані середньостиглі сорти квасолі звичайної; чинник В – норми внесення мінеральних добрив, розраховані балансовим методом на запланований врожай; чинник С – інокуляція насіння. Загальна площа елементарної ділянки – 55 м², облікової – 25 м². Повторність дослідів чотириразова.

Таблиця 1. Схема формування продуктивності сортів квасолі звичайної залежно від удобрення та інокуляції насіння

Чинник А – сорт	Чинник В – удобрення, кг/га д. р.	Чинник С – інокуляція насіння
Мавка	Без добрив (контроль)	Без інокуляції
Еурека	N ₃₀ P ₂₀ K ₁₀	(контроль)
Ластівка	N ₆₀ P ₄₀ K ₂₀	інокуляція Ризобіотом,
(контроль)	N ₉₀ P ₆₀ K ₃₀	штам <i>Rhizobium phaseoli</i>
	N ₂₀ P ₈₀ K ₄₀	

Сіяли ручною овочевою сівалкою, ширина міжрядь становила 15 см, 30 см, 45 см, глибина заробки насіння – 6–7 см. Норма висіву – 500 тис. шт. схожого насіння на гектар. Для захисту посівів квасолі від бур'янів проводили досходові боронування та застосовували суміш гербіцидів арамо (1,0 л/га) і базагран (2,0 л/га) у фазу 2–3 справжніх листків.

Мінеральні добрива вносили у вигляді аміачної селітри (34,4% N), фосфоритного борошна (30% P), калімагnezії (26–28% K, 11–18% Mg). Додатково проводили вапнування ґрунтів з розрахунку 3 т/га. Інокуляцію насіння квасолі проводили в день сівби Ризобіотом, який містить у складі симбіотичні азотфіксуючі бактерії роду *Rhizobium phaseoli*.

Застосування різних норм добрив у комплексі з інокуляцією насіння сприяло помітному приросту врожаю досліджуваних сортів квасолі відносно абсолютного контролю. В середньому за три роки досліджень у сорту Ластівка приріст від внесення різних норм добрив та проведення інокуляції становив від 0,47 до 0,61 т/га, у сорту Мавка – від 0,39 до 0,59 т/га, у сорту Еурека – від 0,42 до 0,69 т/га. Максимальний рівень реалізації потенціалу сортів відмічено при внесенні низьких та середніх норм азотних на фоні фосфорно-калійних добрив у комплексній взаємодії з передпосівною обробкою насіння Ризобіотом.

Таблиця 2. Урожайність зерна квасолі за роки досліджень залежно від удобрення та інокуляції насіння, т/га

Норма добрив, чинник В	Інокуляція, чинник С	Рік			Середня	До контролю
		2020	2021	2022		
Ластівка						
Без добрив (контроль)	-	1,64	1,95	1,41	1,67	0,00
	+	1,84	2,03	1,48	1,78	0,11
N ₀ P ₂₀ K ₁₀	-	2,09	2,11	1,61	1,94	0,27
	+	2,23	2,50	1,68	2,14	0,47
N ₀ P ₄₀ K ₂₀	-	2,13	2,33	1,68	2,05	0,38
	+	2,41	2,61	1,83	2,28	0,61
N ₀ P ₆₀ K ₃₀	-	2,31	2,41	1,74	2,15	0,48
	+	2,29	2,53	1,73	2,18	0,51
N ₂₀ P ₈₀ K ₄₀	-	2,24	2,38	1,71	2,11	0,44
	+	2,31	2,44	1,70	2,15	0,48
Мавка						
Без добрив (контроль)	-	2,03	2,25	1,42	1,90	0,00
	+	2,08	2,53	1,52	2,04	0,14
N ₀ P ₂₀ K ₁₀	-	2,27	2,43	1,68	2,13	0,23
	+	2,44	2,67	1,77	2,29	0,39
N ₀ P ₄₀ K ₂₀	-	2,39	2,61	1,71	2,24	0,34
	+	2,69	2,88	1,91	2,49	0,59
N ₀ P ₆₀ K ₃₀	-	2,48	2,85	1,79	2,37	0,47
	+	2,58	2,81	1,84	2,41	0,51

Продовження таблиці 2

N ₂₀ P ₈₀ K ₄₀	-	2,43	2,81	1,76	2,33	0,43
	+	2,54	2,78	1,78	2,37	0,47
Еурека						
Без добрив (контроль)	-	2,17	2,21	1,57	1,98	0,00
	+	2,29	2,45	1,67	2,14	0,16
N ₀ P ₂₀ K ₁₀	-	2,38	2,68	1,75	2,27	0,29
	+	2,51	2,84	1,85	2,40	0,42
N ₀ P ₄₀ K ₂₀	-	2,48	2,93	1,89	2,43	0,45
	+	2,74	3,16	2,12	2,67	0,69
N ₀ P ₆₀ K ₃₀	-	2,76	3,06	2,02	2,61	0,63
	+	2,70	3,07	2,08	2,62	0,64
N ₁₂ P ₈₀ K ₄₀	-	2,58	3,02	1,97	2,52	0,54
	+	2,65	2,96	2,02	2,54	0,56
НІР ₀₅ 2020 р.: А-0,10; В-0,09; С-0,09; АВ-0,09; АС-0,12; ВС-0,13; АВС-0,13; 2021 р.: А-0,16; В-0,07; С-0,11; АВ-0,11; АС-0,14; ВС-0,14; АВС-0,11; 2022 р.: А-0,11; В-0,06; С-0,08; АВ-0,08; АС-0,10; ВС-0,12; АВС-0,12; НІР ₀₀₅ для середніх 0,19.						

Максимальний приріст урожаю квасолі був отриманий за внесення добрив у нормі N₆₀P₄₀K₂₀ у комплексі з інокуляцією насіння Ризобіфітом, який становив відповідно 36,5 % у сорту Ластівка, 31,1 – Мавка та 34,8% – Еурека. Збільшення норми внесення добрив з N₉₀P₆₀K₃₀ до N₁₂₀P₈₀K₄₀ знижувало ефективність інокуляції у досліджуваних сортів квасолі. Найбільший вплив на урожайність досліджуваних сортів квасолі мав чинник «мінеральні добрива» – 53%, дещо менші чинники – «сорт» – 20%, «інокуляція насіння» – 14% та «погодні умови» – 13%. Тому вплив удобрення та інокуляції на якість зерна квасолі був досить значним.

Висновки. Проведені нами дослідження показали, що суттєвий вплив на ріст і розвиток середньостиглих сортів квасолі звичайної в умовах Лісостепу західного мали як сортові особливості, так і інокуляція насіння, добрива, міжряддя та способи сівби.

Збільшення норми внесення мінеральних добрив зумовлювало подовження вегетаційного періоду досліджуваних сортів до 8–13 діб порівняно з контролем, у результаті чого й настання фенологічних фаз також затягнулося у часі.

Сівба квасолі звичайної широкорядним (45 см) способом сівби забезпечила створення найкращих умов для формування найбільшої врожайності квасолі.

Аналізуючи результати досліджень, слід відмітити, що урожайність сортів квасолі по роках досліджень також залежала від погодно-кліматичних умов зони проведення дослідів.

Список використаних джерел

1. Бабич А.О., Петриченко В.Ф., Адамень Ф.Ф. Проблема фотосинтезу і біологічної фіксації азоту бобовими культурами. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 2. С. 34–39.
2. Квасоля в сучасних умовах господарювання. URL: <https://propozitsiya.com.uakvasolya-vsuchasnih-umovah-gospodaryuvannya>.
3. Красевська Л.С. Особливості формування показників фотосинтетичної продуктивності квасолі звичайної в залежності від передпосівної обробки насіння. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2017. № 6. Том 1. С. 166–174.
4. Лехман А.А. Тривалість вегетаційного періоду сортозразків квасолі в умовах Правобережного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 70. С. 38–41.
5. Маслак О. Привабливість квасолі. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 9 (304). URL: <http://www.agro-business.com.ua.ekonomichnyi-gektar3047pryvablyvist-kvasoli.html>.
6. Мовчан К.І. Вплив способу сівби та густоти рослин на тривалість міжфазних періодів і урожайність квасолі звичайної в умовах Правобережного Лісостепу України. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 21. С. 96–100.
7. Носенко Ю. Товарне вирощування квасолі звичайної. *Агробізнес сьогодні*. 2015. № 9 (304). URL: <http://agro-business.com.ua.agronomiia-siogodni3238-tovarne-vyroschuvannia-kvasoli-zvychainoi.html>.
8. Овчарук В.І., Овчарук О.В. Фенологічні фази росту і розвитку рослин квасолі звичайної та їх тривалість в умовах Західного Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2013. Вип. 83. С. 34–45.
9. Овчарук В.І. Характеристика сортів квасолі за їх особливостями в умовах Лісостепу Західного. *Вісник Сумського національного університету*. 2015. № 9 (28). С. 117–121.
10. Овчарук В.І., Овчарук О.В. Особливості симбіотичної продуктивності сортів квасолі залежно від глибини загортання насіння в умовах Правобережного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2016. Вип. 88, частина 1. С. 279–280.

Sivak N. V.

Postgraduate Student,
Higher Educational Institution “Podillia State University”
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: natashathcbrij@gmail.com
ORCID: 0000-0001-6316-561X

Bakhmat M. I.

Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
Higher Educational Institution “Podillia State University”
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
E-mail: mibahmat@gmail.com
ORCID: 0000-0001-6119-9218

PECULIARITIES OF PLANT GROWTH AND DEVELOPMENT AND VARIETAL PRODUCTIVITY OF COMMON BEAN IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN FOREST-STEPPE

Abstract

Beans take second place among leguminous grains in world areas, however, in Ukraine they are insignificant and mainly concentrated in the private sector. One of the main reasons for this is the lack of modern bush varieties adapted to various soil and climatic conditions, which are characterized by unstable yields and insufficient manufacturability of mechanized harvesting.

In solving the problem of creating competitive varieties, an important role is played by raw materials studied in detail and adapted to the specific conditions of the region.

Today, beans are one of the most profitable leguminous crops. The growth and development of bean plants are directly dependent on environmental conditions, the main components of which are air and soil temperature, lighting, humidity, and mineral nutrition.

The grain yield of beans depends on the inoculation of the seeds of this plant, different fertilizers, varieties, row spacing, and methods of sowing. For example, the length of the period from sowing to full maturity in plants of the Lastivka bean variety inoculated with different strains of *Rhizobium phaseoli* differed by 1–2 days on average during the research period of 2021–2022.

Until recently, in our conditions, due to the lack of scientific research, the technology of growing common beans following the given soil and climatic conditions, its effect on grain productivity and quality indicators of bean grain, the unexplained economic and energy efficiency of the technology for growing common beans for grain in this region.

In this regard, increasing the grain productivity of bean varieties of domestic breeding by establishing the characteristics of growth and development and optimizing the elements of growing technology (fertilizers, inoculation) depending on varietal characteristics and weather conditions of the growing season is an urgent task [6, 7, 8].

Key words: inoculation, nodules, fertilizers, varieties, row spacing.

References

1. Lekhman, A.A. (2011). Tryvalist vechetatsiinoho periodu sortozrazkiv kvasoli v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The length of the growing season of bean varieties in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Fodder and fodder production*, iss. 70, pp. 38–41. [in Ukrainian].
2. Maslak, O. (2015). Pryvablyvist kvasoli [The attractiveness of beans]. *Ahrobiznes sohodni – Agribusiness today*, iss. 9 (304). Retrieved from: <http://www.agro-business.com.ua/ekonomichnyi-gektar/3047-pryvablyvist-kvasoli.htm>. [in Ukrainian].
3. Nosenko, Yu. (2015). Tovarne vyroshchuvannya kvasoli zvychainoi [Commercial cultivation of common beans]. *Ahrobiznes sohodni - Agribusiness today*, iss. 9 (304). Retrieved from : <http://agro-business.com.ua/agronomiia-siogodni/3238-tovarne-vyroschuvannya-kvasoli-zvychainoi.html>. [in Ukrainian].
4. Ovcharuk, V.I., & Ovcharuk, O.V. (2013). Fenolohichni fazy rostu i rozvytku roslyn kvasoli zvychainoi ta yikh tryvalist v umovakh Zakhidnoho Lisostepu [Phenological phases of growth and development of common bean plants and their duration in the conditions of the Western Forest Steppe]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Collection of scientific works of the Uman National University of Horticulture*, iss. 83, pp. 34–45. [in Ukrainian].
5. Krayevska, L.S. (2017). Osoblyvosti formuvannya pokaznykiv fotosyntetychnoi produktyvnosti kvasoli zvychainoi v zalezhnosti vid peredposivnoi obrobky nasinnia [Peculiarities of formation of indicators of photosynthetic productivity of common beans depending on pre-sowing treatment of seeds]. *Zbirnyk naukovykh prats VNAU – Collection of Scientific Works of VNAU*, iss. 6 (1), pp. 166–174. [in Ukrainian].
6. Babych, A.O., Petrychenko, V.F., & Adamen, F.F. (1996). Problema fotosyntezy i biolohichnoi fiksatsii azotu bobovymy kulturamy [The problem of photosynthesis and biological fixation of nitrogen by legumes]. *Visnyk ahrarnoi nauky - Bulletin of Agrarian Science*, iss. 2, pp. 34–39. [in Ukrainian].
7. Ovcharuk, V.I. (2015). Kharakterystyka sortiv kvasoli za yikh osoblyvostiamy v umovakh Lisostepu Zakhidnoho [Characterization of bean varieties according to their features in the conditions of the Western Forest – Steppe]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho universytetu – Bulletin of the Sumy National University*, iss. 9 (28), pp. 117–121. [in Ukrainian].
8. Ovcharuk, V.I., & Ovcharuk, O.V. (2016). Osoblyvosti symbiotochnoi produktyvnosti sortiv kvasoli zalezhno vid hlybyny zahortannia nasinnia v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Peculiarities of symbiotic productivity of bean varieties depending on the depth of seed wrapping in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats*

Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Collection of scientific works of the Uman National University of Horticulture, iss. 88 (1), pp. 279–280. [in Ukrainian].

9. Kvasolia v suchasnykh umovakh hospodariuvannia [Beans in modern farming conditions]. Retrieved from: <https://propozitsiya.Com/ua/kvasolya-vsuchasnih-umovah-gospodaryuvannya>. [in Ukrainian].

10. Movchan, K.I. (2014). Vplyv sposobu sivy ta hustoty roslyn na tryvalist mizhfaznykh periodiv i urozhainist kvasoli zvy-chainoi v umovakh pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [The influence of the sowing method and plant density on the duration of interphase periods and the yield of common bean in the conditions of the right – bank forest-steppe of Ukraine]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh buriakiv – Scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, iss. 21, pp. 96–100. [in Ukrainian].